

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-179514

(43)公開日 平成8年(1996)7月12日

(51)Int.Cl.<sup>o</sup>

G 0 3 F 7/20

識別記号

5 0 1

府内整理番号

5 2 1

F I

技術表示箇所

H 0 1 L 21/027

H 0 1 L 21/30

5 1 6 C

審査請求 未請求 請求項の数9 OL (全10頁)

(21)出願番号

特願平6-320042

(22)出願日

平成6年(1994)12月22日

(71)出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者 西郡 英俊

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内

(72)発明者 佐野 直人

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内

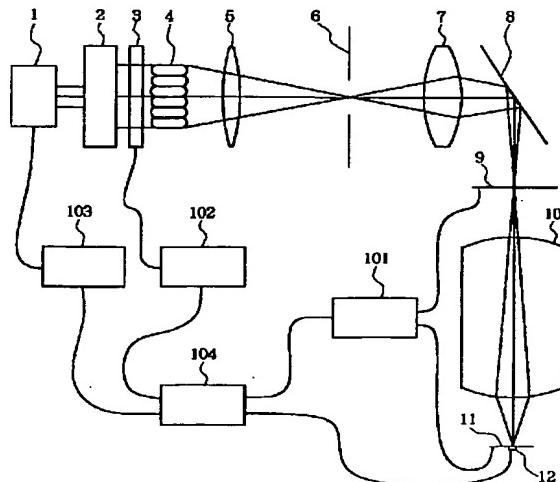
(74)代理人 弁理士 丸島 儀一

(54)【発明の名称】 露光装置および露光方法

(57)【要約】

【目的】 露光むらの少ない露光装置を提供する。

【構成】 パルス発振方式の光源1から発振されたパルス光の強度分布は、ウェハ11と同一面上に設置された強度分布測定センサ12により測定される。強度分布測定センサ12の測定結果から、露光量制御系104でパルス光の強度分布を求め、この強度分布からウェハの受光パルス数と露光むらの関係を計算し、ステージ駆動制御系101、光量制御系102、およびレーザ制御系103に対して、目標の露光量を得るための、ステージ走査速度、パルス光の光量、およびパルスの発振周波数の条件設定および制御を行う。



1

2

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 パルス光により転写パターンが形成されたマスクを照明し、該マスクと基板とを前記パルス光に対して相対的に走査することによって、前記パルス光による照明領域を相対的に変位させながら重ね合わせ、前記転写パターンを前記基板に転写する露光装置において、前記パルス光の走査方向の強度分布を求めるための強度分布測定手段と、前記パルス光の走査方向の強度分布により、前記基板の積算露光量、または受光パルス数と、前記基板上の露光むらとの関係を予め求め、且つ目標とする積算露光量に対して最も露光むらが少なくなるような前記受光パルス数を求める演算手段と、前記受光パルス数を制御することにより前記積算露光量を制御する露光量制御手段とを有することを特徴とする露光装置。

【請求項2】 パルス光により転写パターンが形成されたマスクを照明し、該マスクと基板とを前記パルス光に対して相対的に走査することによって、前記パルス光による照明領域を相対的に変位させながら重ね合わせ、前記転写パターンを前記基板に転写する露光装置において、前記パルス光の走査方向の強度分布が等脚台形、若しくは等脚台形に近い形状であり、前記強度分布の平坦な領域の幅 $L_1$ と、強度分布の変化する領域の一方の幅を $L_2$ とする時、露光中、

$$L_1 = (2N - 1) \times L_2 \quad (N: \text{自然数})$$

を満たすよう設定することを特徴とする露光装置。

【請求項3】 パルス光により転写パターンが形成されたマスクを照明し、該マスクと基板とを前記パルス光に対して相対的に走査することによって、前記パルス光による照明領域を相対的に変位させながら重ね合わせ、前記転写パターンを前記基板に転写する露光装置において、前記パルス光の走査方向の強度分布が等脚台形、若しくは等脚台形に近い形状であり、前記強度分布の平坦な領域の幅 $L_1$ と、緩やかに強度分布の変化する一方の領域の幅 $L_2$ との和( $L_1 + L_2$ )が、前記パルス光の発振周期を $T$ 、前記パルス光に対する前記マスクと前記基板の相対的な走査速度を $V$ とする時、露光中、

$$L_1 + L_2 = N \times V \times T \quad (N: \text{自然数})$$

を満たすよう設定することを特徴とする露光装置。

【請求項4】 パルス光により転写パターンが形成されたマスクを照明し、該マスクと基板とを前記パルス光に対して相対的に走査することによって、前記パルス光による照明領域を相対的に変位させながら重ね合わせ、前記転写パターンを前記基板に転写する露光装置において、前記パルス光の走査方向の強度分布が等脚台形、若しくは等脚台形に近い形状であり、前記強度分布の平坦な領域の幅 $L_1$ と、強度分布の変化する領域の一方の幅を $L_2$ とする時、露光中、

$$L_1 = (2N - 1) \times L_2 \quad (N: \text{自然数})$$

を満たすよう設定することを特徴とする請求項1記載の

10

20

30

40

## 露光装置。

【請求項5】 パルス光により転写パターンが形成されたマスクを照明し、該マスクと基板とを前記パルス光に対して相対的に走査することによって、前記パルス光による照明領域を相対的に変位させながら重ね合わせ、前記転写パターンを前記基板に転写する露光装置において、前記パルス光の走査方向の強度分布が等脚台形、若しくは等脚台形に近い形状であり、前記強度分布の平坦な領域の幅 $L_1$ と、強度分布の変化する領域の一方の幅 $L_2$ との比が、

$$L_1 : L_2 = 1 : 3$$

であることを特徴とする請求項1記載の露光装置。

【請求項6】 パルス光により転写パターンが形成されたマスクを照明し、該マスクと基板とを前記パルス光に対して相対的に走査することによって、前記パルス光による照明領域を相対的に変位させながら重ね合わせ、前記転写パターンを前記基板に転写する露光装置において、前記パルス光の走査方向の強度分布が等脚台形、若しくは等脚台形に近い形状であり、前記強度分布の平坦な領域の幅 $L_1$ と、強度分布の変化する領域の一方の幅 $L_2$ との比が、

$$L_1 : L_2 = 1 : 3$$

であることを特徴とする請求項2記載の露光装置。

【請求項7】 パルス光により転写パターンが形成されたマスクを照明し、該マスクと基板とを前記パルス光に対して相対的に走査することによって、前記パルス光による照明領域を相対的に変位させながら重ね合わせ、前記転写パターンを前記基板に転写する露光装置において、前記パルス光の走査方向の強度分布が等脚台形、若しくは等脚台形に近い形状であり、前記強度分布の平坦な領域の幅 $L_1$ と、強度分布の変化する領域の一方の幅 $L_2$ との比が、

$$L_1 : L_2 = 1 : 3$$

であることを特徴とする請求項3記載の露光装置。

【請求項8】 パルス光により転写パターンが形成されたマスクを照明し、該マスクと基板とを前記パルス光に対して相対的に走査することによって、前記パルス光による照明領域を相対的に変位させながら重ね合わせ、前記転写パターンを前記基板に転写する露光方法において、前記パルス光の走査方向の強度分布により、前記基板の積算露光量、または受光パルス数と、前記基板上の露光むらとの関係を予め求めておき、目標とする積算露光量に対して最も露光むらが少くなるような、前記受光パルス数を求め、前記受光パルス数を制御することにより前記積算露光量を制御して前記基板の露光を行うことを特徴とする露光方法。

【請求項9】 請求項1乃至7記載の露光装置及び請求項8記載の露光方法を用いてデバイスを製造することを特徴とするデバイスの製造方法。

【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、IC、LSI等の半導体デバイス、液晶パネル、CCD、磁気ヘッド等の各種デバイス製造用の露光装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】半導体チップが高集積化されていくにつれて、チップサイズは大きくなり、チップ内部のパターンは微細化を極めている。このようなパターンを露光する露光装置において、被露光物を移動させることにより露光範囲を稼ぎながら微細パターンを露光するという方式が提案されている（以下スキャン方式と記す）。

【0003】現在のスキャン方式は、高圧水銀ランプ等の連続照射型の光源をおもに用いているが、パターンの解像度は照明光の波長に比例するため、より短波長な遠紫外領域の光を発する光源が求められている。水銀ランプの遠紫外領域の光の使用も考えられているが、露光装置に使用できるほどの十分な出力が得られない。そこで、遠紫外領域の短い波長の光に対して十分な出力が得られるエキシマレーザが有用になってきている。

【0004】パルス発振方式であるエキシマレーザを光源とした露光装置でスキャン露光を行う場合には、目標積算露光量を達成するために、目標積算露光量に対応する回数だけパルス光が被露光物を照射するよう走査速度を決めることがある。

## 【0005】

【発明が解決しようとしている課題】走査方向に矩形の強度分布を持つ光でパルス露光をする場合、走査方向の1パルスの光の露光幅が1パルスごとの変位量の整数倍のときには、すべての露光域に対して同数のパルス光が照射されるため、露光むらは生じない。しかし、他の走査速度によって露光を行う場合には、パルス光の境界領域の重なりにより、1パルス分の光量の露光むらを生じてしまう。この1パルス分の露光むらは、露光に用いるパルス数が多い場合にはさほど問題にならない。しかしながら、スループット向上のため露光に用いるパルス数を少なくしていくと、この1パルス分の露光むらが、積算露光量に対して大きく影響を及ぼしてくる。

【0006】この1パルス分の露光むらを軽減するために、境界領域の強度分布を緩やかに変化させた走査方向に対して対称な台形状の強度分布で照明を行うことが考えられる。しかしながら、やはり走査速度と走査方向のパルス光の強度分布の関係により露光むらを生じることがある。

【0007】本発明は、エキシマレーザ等のパルス発振方式の光源を用いて、スキャン露光する露光装置において、露光むらの少ない露光装置及び露光方法を提供し、デバイスを正確に製造できるようにすることを目的とする。

## 【0008】

【課題を解決するための手段及び作用】上記目的を達成

するため、本願第1発明は、パルス光により転写パターンが形成されたマスクを照明し、該マスクと基板とを前記パルス光に対して相対的に走査することによって、前記パルス光による照明領域を相対的に変位させながら重ね合わせ、前記転写パターンを前記基板に転写する露光装置において、前記パルス光の走査方向の強度分布を求めるための強度分布測定手段と、前記パルス光の走査方向の強度分布により、前記基板の積算露光量、または受光パルス数と、前記基板上の露光むらとの関係を予め求めておき、目標とする積算露光量に対して最も露光むらが少なくなるような前記受光パルス数を求める演算手段と、前記受光パルス数を制御することにより前記積算露光量を制御する露光量制御手段とを有することを特徴とする。これにより、パルス発振方式の光源を用いて、スキャン露光する露光装置において、露光むらを少なくすることができる。

【0009】本願第2発明は、パルス光により転写パターンが形成されたマスクを照明し、該マスクと基板とを前記パルス光に対して相対的に走査することによって、前記パルス光による照明領域を相対的に変位させながら重ね合わせ、前記転写パターンを前記基板に転写する露光装置において、前記パルス光の走査方向の強度分布が等脚台形、若しくは等脚台形に近い形状であり、前記強度分布の平坦な領域の幅 $L_1$ が、強度分布の変化する領域の一方の幅を $L_2$ とする時、露光中、

$$L_1 = (2N - 1) \times L_2 \quad (N: \text{自然数})$$

を満たすよう設定することを特徴とする。これにより、パルス光の相対的な変位量によらず露光むらを少なくすることができる。

【0010】本願第3発明は、パルス光により転写パターンが形成されたマスクを照明し、該マスクと基板とを前記パルス光に対して相対的に走査することによって、前記パルス光による照明領域を相対的に変位させながら重ね合わせ、前記転写パターンを前記基板に転写する露光装置において、前記パルス光の走査方向の強度分布が等脚台形、若しくは等脚台形に近い形状であり、前記強度分布の平坦な領域の幅 $L_1$ と、強度分布の変化する領域の一方の幅 $L_2$ の和 $(L_1 + L_2)$ が、前記パルス光の発振周期を $T$ 、前記パルス光に対する前記マスクと前記基板の相対的な走査速度を $V$ とする時、露光中、

$$L_1 + L_2 = N \times V \times T \quad (N: \text{自然数})$$

を満たすよう設定することを特徴とする。これにより、露光むらをなくすことができる。

【0011】本願第4発明は、パルス光により転写パターンが形成されたマスクを照明し、該マスクと基板とを前記パルス光に対して相対的に走査することによって、前記パルス光による照明領域を相対的に変位させながら重ね合わせ、前記転写パターンを前記基板に転写する露光方法において、前記パルス光の走査方向の強度分布により、前記基板の積算露光量、または受光パルス数と、

前記基板上の露光むらとの関係を予め求めておき、目標とする積算露光量に対して最も露光むらが少なくなるような、前記受光パルス数を求め、前記受光パルス数を制御することにより前記積算露光量を制御して前記基板の露光を行うことを特徴とする。この方法により、露光むらを少なくすることができる。

【0012】本願第5発明は、本願第1乃至第3発明の露光装置及び本願第4発明の露光方法を用いてデバイスを製造することを特徴とするデバイスの製造方法。この方法により、半導体デバイス、液晶デバイス、撮像デバイス、磁気ヘッド等のデバイスを正確に製造できる。

【0013】

【実施例】図1は本発明の一実施例を示す概略図であり、走査型投影露光装置を示す。

【0014】図1において、エキシマレーザ等のパルス光源1からのパルス光はビーム整形光学系2により所望の形状に整形され、可変NDフィルター3により光量調整され、ハエノ目レンズ等のオプティカルインテグレータ4の光入射面に指向される。ハエノ目レンズは複数の微小なレンズの集まりからなるものであり、その光射出面近傍に複数の2次光源が形成される。なお、可変NDフィルター3は、光源1とビーム整形光学系2の間に設けてもよい。

【0015】5はコンデンサーレンズであり、コンデンサーレンズ5はオプティカルインテグレータ4の2次光源からの光束でマスキングブレード6をケーラー照明している。マスキングブレード6とレチクル9は結像レンズ7とミラー8により共役な関係になる位置に配置されており、マスキングブレード6の開口の形状と寸法によりレチクル9における照明領域の形状と寸法が規定される。マスキングブレード6を構成する遮光板は、光軸方向および光軸と垂直方向に移動可能であり、レチクル9における照明領域の形と寸法を変えることができる。

【0016】10は投影光学系であり、レチクル9に描かれた回路パターンを感光材を塗布したウエハ11に縮小投影している。101はレチクル9とウエハ11を不図示の駆動装置により投影光学系10の倍率と同じ比率で正確に一定速度で移動させるための移動制御系である。102は光量制御系であり目標積算露光量にしたがって、可変NDフィルター3の透過率を調整する。103はレーザ制御系であり光源1の射出光量と発振周波数を制御している。

【0017】ウエハ11上での1パルス当たりの露光域の強度分布は、ウエハ11を載置する可動ステージ上に設置された強度分布測定センサ12により測定される。強度分布測定センサ12はウエハ11の走査方向に並んだラインセンサ、または、ウエハ11の走査方向に走査可能なフォトセンサ等で構成され、その受光面が投影光学系10の像面とほぼ一致するよう配される。104は露光量制御系であり、強度分布測定センサ12の測定結果から、1パルス当たりの露光域の強度分布を求め、この強度分布から受光パルス数と露光むらの関係を計算し、ステージ駆動制御系101、光量制御系102、およびレーザ制御系103に対して、目標の露光量を得るために、ステージ走査速度、パルス光の光量、およびパルスの発振周波数の条件設定および制御を行う。ここで、受光パルス数とは、パルス光の走査方向の幅を、1パルス毎のパルス光の相対的な変位置 $\Delta X$ で割ったものであり、走査方向の幅のパルス光を1パルスと計上した時に、幅の領域に照射されたパルス数の平均値を表している。したがって、この受光パルス数は整数になるとは限らない。

10

20

30

40

50

果から、1パルス当たりの露光域の強度分布を求め、この強度分布から受光パルス数と露光むらの関係を計算し、ステージ駆動制御系101、光量制御系102、およびレーザ制御系103に対して、目標の露光量を得るために、ステージ走査速度、パルス光の光量、およびパルスの発振周波数の条件設定および制御を行う。ここで、受光パルス数とは、パルス光の走査方向の幅を、1パルス毎のパルス光の相対的な変位置 $\Delta X$ で割ったものであり、走査方向の幅のパルス光を1パルスと計上した時に、幅の領域に照射されたパルス数の平均値を表している。したがって、この受光パルス数は整数になるとは限らない。

【0018】なお、露光域の強度分布の測定は、テストウェハに実際に露光を行い、その結果を測定してもよい。この場合には、露光域の強度分布は、手動で露光量制御系104に入力される。

【0019】マスキングブレード6を通過してきた光は被露光面上でマスキングブレード6の開口の形状、本実施例の場合は長方形、を映し出す。この長方形の短辺方向にレチクル9とウエハ11が移動しながら、光源1のパルス発振にしたがって順次ウエハ11を露光していく様子を図2に示す。ここで、201は1パルスの露光域である。また、この時のウエハ11の速度は、投影光学系10の倍率をmとすると、レチクル9の移動速度のm倍になっている。なお、マスキングブレード6の開口の形状は長方形に限らず他の形状でもよい。

【0020】ウエハ11が、連続的にX方向に移動している時に、パルス光が、ウエハ11に断続的に照射されると、図2に示すように露光域が1パルス毎に変位置 $\Delta X$ だけ変位し、露光が積算されていく。パルスの周期をTとし、ウエハ11の移動スピードをVとすると、 $\Delta X = V \times T$

で表される。

【0021】走査方向のパルス光の強度分布と、変位置 $\Delta X$ の関係を示したのが図3である。図の横軸は、ウエハ11のX座標を示しており、縦軸は光強度を示している。ウエハ11は1パルスごとに $\Delta X$ ずつ変位することになる。したがって、ウエハ11上の $\Delta X$ の区間では $e_1$ から $e_n$ の露光量が積算される。この $\Delta X$ の区間ににおける積算露光量を示したのが図4である。図の横軸は、ウエハ11のX座標を示しており、縦軸は積算露光量を示している。図3に示したようなパルス光の強度分布と変位置の関係では、 $\Delta X$ の区間ににおいて、目標積算露光量 $E_{target}$ に対し $E_{actual}$ と $E_{ideal}$ の露光むらが生じる。

【0022】次に、図3に示したような走査方向に対して対称な台形の強度分布を持つパルス光の積算露光量と露光むらの関係を、図5を用いて説明する。

【0023】目標積算露光量 $E_{target}$ は1パルスの露光幅Lでの平均光強度 $I_{avg}$ とすると、露光エリアの変位置 $\Delta X$ を用いて次式のように計算出来る。次式の中の $L/\Delta X$

Xは $\Delta X$ の区間にに対する受光パルス数を示す。

$$【0024】 E_{\text{v}} = I_{\text{v}} \times L / \Delta X$$

この場合に、露光むらYは、露光エリアの変位量 $\Delta X$ 、光強度が一定の部分の幅 $L_1$ と光強度が緩やかに変化する部分の幅 $L_2$ により次式のように求めることができます。

$$【0025】 Y =$$

$$(Y_1 = \sigma \times \Delta X / (2 \times L_1 \times (L_1 + L_2)))$$

または、

$$Y_2 = \varepsilon \times \Delta X / (2 \times L_1 \times (L_1 + L_2))$$

の小さい方

ここで、 $\sigma$ ,  $\varepsilon$ は、

$$\sigma : L_1 / \Delta X \text{の余り}$$

または、

( $\Delta X$ -余り)の絶対量の小さい方

$$\varepsilon : (L_1 + L_2) / \Delta X \text{の余り}$$

または、

( $\Delta X$ -余り)の絶対量の小さい方

である。上式から、目標積算露光量E<sub>v</sub>が変化した場合に、露光域の変位量 $\Delta X$ の大きさにかかわらずに、露光むらを少なくする走査方向に対して対称な台形の強度分布は、光強度が一定の部分の幅 $L_1$ と光強度が緩やかに変化する部分の幅 $L_2$ の奇数倍になる時であることが分かる。

【0026】前述の条件を満たすL=5mm, L<sub>1</sub>=1mm, L<sub>2</sub>=3mmである場合の、受光パルス数L/ $\Delta X$ に対する露光むらYを図6に示す。この場合の露光むらは、L/ $\Delta X$ が1.25の整数倍の時に0になっている。

【0027】このようにして、走査方向のパルス光の強度分布が対称な台形の場合、受光パルス数L/ $\Delta X$ が変化しても、半導体基板に対する目標積算露光量を満たし、露光むらを小さくする条件が分かる。

【0028】また、走査方向のパルス光の強度分布が対称

$$I_{\text{v}} = E_{\text{v}} / (L / \Delta X) = 14.4 / 11.25 = 1.28 \text{ mJ}$$

となるように、光源1または可変NDフィルタ3で調節※

$$I_{\text{v}} = E_{\text{v}} / (L / \Delta X) = 14.4 / 12.5 = 1.152 \text{ mJ}$$

となるように、光源1または可変NDフィルタ3で調節しても良い。

【0034】次に、走査方向のパルス光の強度分布を変えることにより、露光むらを少なくする方法について示す。

【0035】図5において、L=5mm, L<sub>1</sub>=1mm, L<sub>2</sub>=3mmである場合の受光パルス数L/ $\Delta X$ に対する露光むらは、前述のように図6の様になる。ここで、L=5mm, L/ $\Delta X$ =12という条件を変えずに、露光むらを0にするためには、

$$\Delta X = (L_1 + L_2) / N_1$$

または

$$\Delta X = L_1 / N_1$$

\* 称な台形の場合には、露光むらY=0となる露光エリアの変位量 $\Delta X$ は、光強度が一定の部分の長さL<sub>1</sub>と光強度が緩やかに変化する部分L<sub>2</sub>により次式のように求めることができる。

$$【0029】 \Delta X = (L_1 + L_2) / N_1$$

および

$$\Delta X = L_1 / N_1$$

ここで、N<sub>1</sub>およびN<sub>2</sub>は自然数である。

【0030】すなわち、走査方向に対して対称な台形の強度分布を持つパルス光において、露光むらがなくなる条件は、光強度が緩やかに変化する部分の幅L<sub>2</sub>と光強度が一定の部分の幅L<sub>1</sub>の和が、1パルスごとのウエハ11の変位量 $\Delta X$ の自然数倍の時、または光強度が緩やかに変化する部分L<sub>2</sub>が、1パルスごとのウエハ11の変位量 $\Delta X$ の自然数倍の時であることが分かる。

【0031】前述のように、積算露光量と、露光むらは、走査方向のパルス光の強度分布が分かれれば、受光パルス数L/ $\Delta X$ により決定する。この関係を用いて、目標積算露光量と露光むらを調整する方法を次に示す。

【0032】図5に示したL=5mm, L<sub>1</sub>=1mm, L<sub>2</sub>=3mmである場合の受光パルス数L/ $\Delta X$ に対する露光むらYは、前述したとおり図6のようになり、この場合の露光むらは、L/ $\Delta X$ が1.25の整数倍の時に0になる。

【0033】ここで、図5の光強度I<sub>0</sub>=1.5mJ, I<sub>v</sub>=1.2mJとして、目標積算露光量E<sub>v</sub>を14.4mJとした場合のL/ $\Delta X$ は、目標積算露光量E<sub>v</sub>の式より、

$$L / \Delta X = E_{\text{v}} / I_{\text{v}} = 14.4 / 1.2 = 12$$

となる。この時の露光むらは、図6から0.0085となる。ここで許容露光むらを0に設定した場合には、L/ $\Delta X$ を12に近い1.25の整数倍である11.25として、

$$I_{\text{v}} = E_{\text{v}} / (L / \Delta X) = 14.4 / 11.25 = 1.28 \text{ mJ}$$

※すれば良い。また、L/ $\Delta X$ を12.5として、

$$I_{\text{v}} = E_{\text{v}} / (L / \Delta X) = 14.4 / 12.5 = 1.152 \text{ mJ}$$

を満たすL<sub>1</sub>を求めれば良い。ここで、 $\Delta X = 5 / 12$ であり、N<sub>1</sub>=3とすれば、L<sub>1</sub>は1.25mmとなる。L<sub>1</sub>の長さは、マスキングブレード6を光軸方向に動かし、同時に開口の形状を変えて、Lをええずに所望のL<sub>1</sub>が得られるよう調節すれば良い。この場合には、I<sub>v</sub>=1.2mJとするために、I<sub>0</sub>=1.6mJとなるよう、光源1または可変NDフィルタ3で調節を行う。

【0036】このように、積算露光量と、露光むらは、パルス光の走査方向の強度分布が分かれれば、受光パルス数L/ $\Delta X$ に対応して一義的に決定し、関数として表すことができる。このため、パルス光の走査方向の強度分布と、受光パルス数L/ $\Delta X$ を調節すれば、半導体基板

に対する目標露光量を満たし、露光むらを許容値以下にすることができる。また、パルス光の走査方向の強度分布は前述の台形の強度分布の斜辺部分に当たるだけ領域の形状が、直線からわずかに離れた曲線である台形に近い形状でもよい。

【0037】なお、走査方向のパルス光の強度分布は図7または図8の様なものであっても、積算露光量と、露光むらは、パルス光の走査方向の強度分布が分かれれば、受光パルス数に対応して一義的に決定し、関数として表すことができる。図7の場合の受光パルス数と露光むらの関係を図9に、図8の場合の受光パルス数と露光むらの関係を図10に示す。このため、走査方向のパルス光の強度分布がどのようなものでも、前記した台形の強度分布の場合の手段と同様にして、パルス光の強度分布を測定し、受光パルス数と露光むらの関係を求ることにより、走査方向のパルス光の強度分布と、1パルスごとのウエハの変位量の条件を調節し、半導体基板に対する目標露光量を満たし、かつ露光むらを許容値以下にすることができる。

【0038】次に図1の投影露光装置を利用した半導体装置の製造方法の実施例を説明する。図11は半導体装置（ICやLSI等の半導体チップ、液晶パネルやCCD）の製造フローを示す。ステップ1（回路設計）では半導体装置の回路設計を行う。ステップ2（マスク制作）では設計した回路パターンを形成したマスク（レチクル304）を制作する。一方、ステップ3（ウエハ製造）ではシリコン等の材料を用いてウエハ（ウエハ306）を製造する。ステップ4（ウエハプロセス）は前工程と呼ばれ、上記用意したマスクとウエハとを用いて、リソグラフィー技術によってウエハ上に実際の回路を形成する。次のステップ5（組み立て）は後工程と呼ばれ、ステップ4によって作成されたウエハを用いてチップ化する工程であり、アッセンブリ工程（ダイシング、ボンディング）、パッケージング工程（チップ封入）等の工程を含む。ステップ6（検査）ではステップ5で作成された半導体装置の動作確認テスト、耐久性テスト等の検査を行う。こうした工程を経て半導体装置が完成し、これが出荷（ステップ7）される。

【0039】図12は上記ウエハプロセスの詳細なフローを示す。ステップ11（酸化）ではウエハ（ウエハ306）の表面を酸化させる。ステップ12（CVD）ではウエハの表面に絶縁膜を形成する。ステップ13（電極形成）ではウエハ上にイオンを打ち込む。ステップ15（レジスト処理）ではウエハにレジスト（感材）を塗布する。ステップ16（露光）では上記投影露光装置によってマスク（レチクル304）の回路パターンの像でウエハを露光する。ステップ17（現像）では露光したウエハを現像する。ステップ18（エッチング）では現像したレジスト以外の部分を削り取る。ステップ19（レジスト剥離）ではエッチングが済んで不要となつた

レジストを取り除く。これらステップを繰り返し行うことによりウエハ上に回路パターンが形成される。

【0040】本実施例の製造方法を用いれば、従来は難しかった高集積度の半導体素子を製造することが可能になる。

【0041】

【発明の効果】以上、本発明によれば、露光むらを少なくすることができ、デバイスを正確に製造できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例を示す装置概略図である。

【図2】照明域とウエハを示す図である。

【図3】走査方向に対して対称な台形の強度分布を持つパルス光の1パルスあたりの変位量に対する露光量を示す図である。

【図4】△Xの区間にに対する積算露光量を示す図である。

【図5】走査方向に対して対称な台形の強度分布を持つパルス光を示す図である。

【図6】パルス光が図5に示した強度分布を持つ時の、露光むらと受光パルス数の関係を示す図である。

【図7】走査方向に対して対称な三角形の強度分布を持つパルス光の1パルスあたりの変位量に対する露光量を示す図である。

【図8】走査方向に対して対称な強度分布を持つパルス光の1パルスあたりの変位量に対する露光量を示す図である。

【図9】パルス光が図7に示した強度分布を持つ時の、露光むらと受光パルス数の関係を示す図である。

【図10】パルス光が図8に示した強度分布を持つ時の、露光むらと受光パルス数の関係を示す図である。

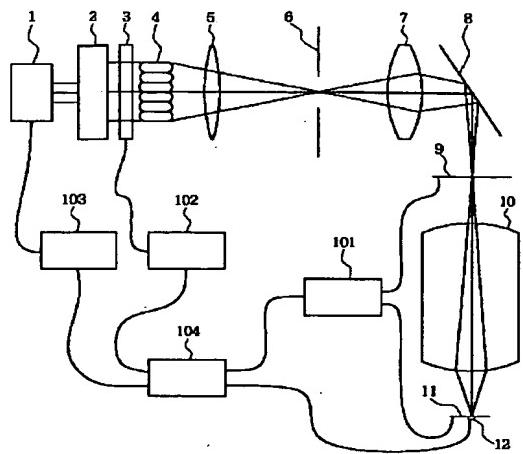
【図11】半導体装置の製造工程を示すフローチャート図である。

【図12】図11の工程中のウエハプロセスの詳細を示すフローチャート図である。

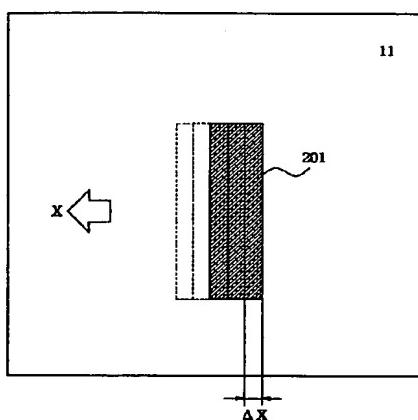
【符号の説明】

- 1 パルス光源
- 2 ビーム整形光学系
- 3 可変NDフィルター
- 4 オプティカルインテグレーター
- 5 コンデンサーレンズ
- 6 マスキングブレード
- 7 結像レンズ
- 8 ミラー
- 9 レチクル
- 10 投影レンズ
- 11 ウエハ
- 101 ステージ駆動制御系
- 102 光量制御系
- 103 レーザ制御系
- 104 露光量制御系

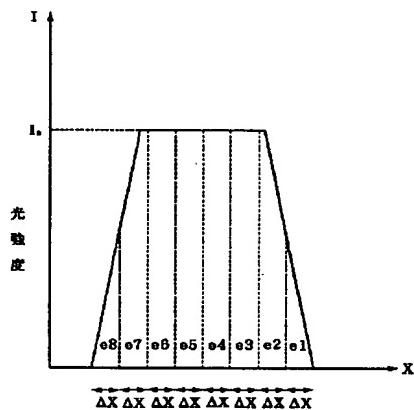
【図1】



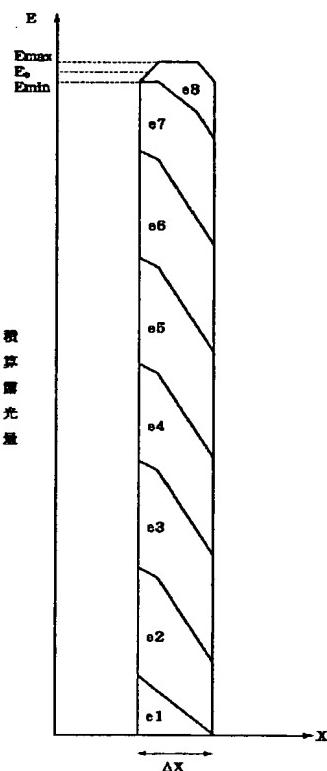
【図2】



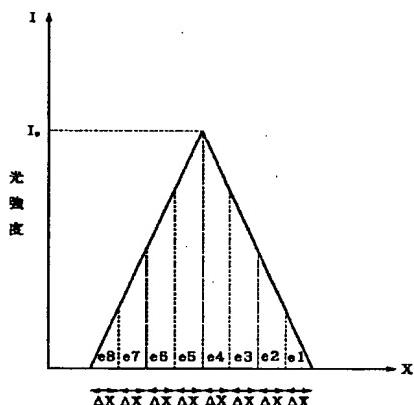
【図3】



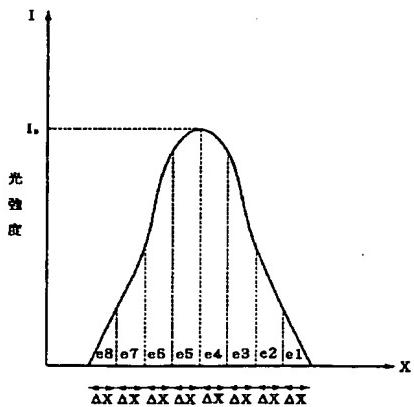
【図4】



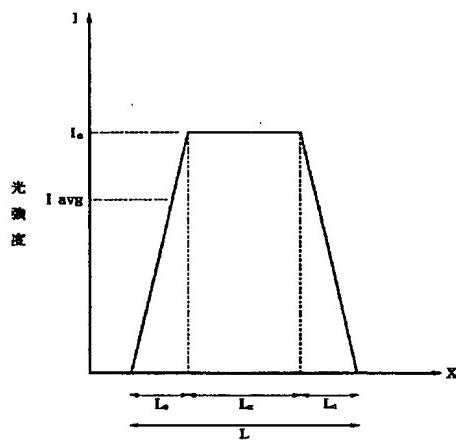
【図7】



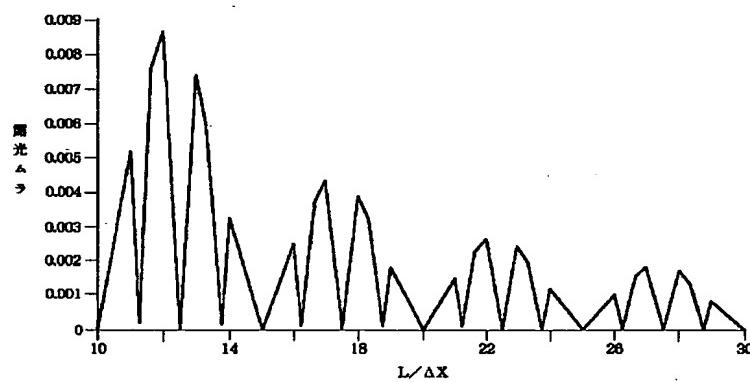
【図8】



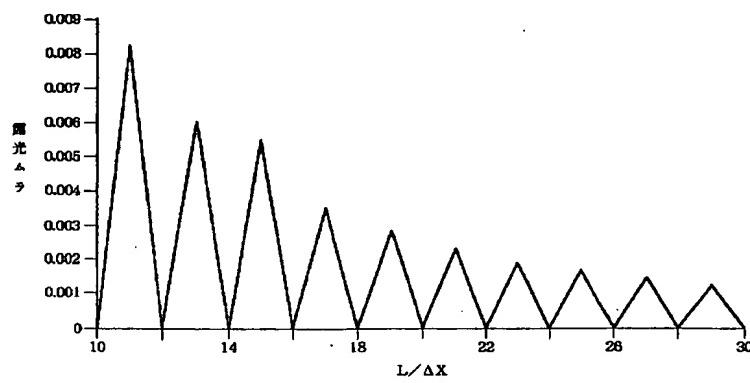
【図5】



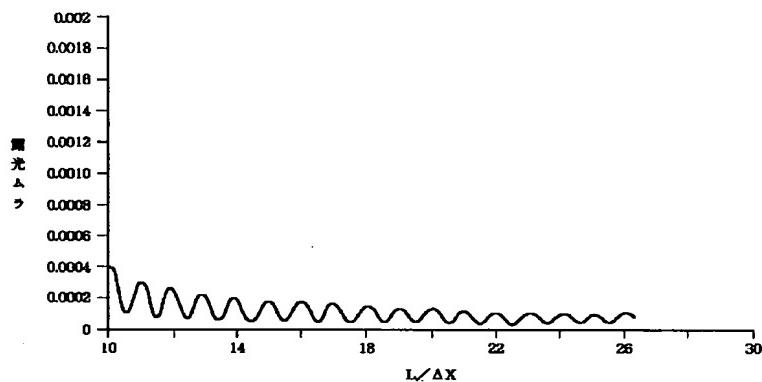
【図6】



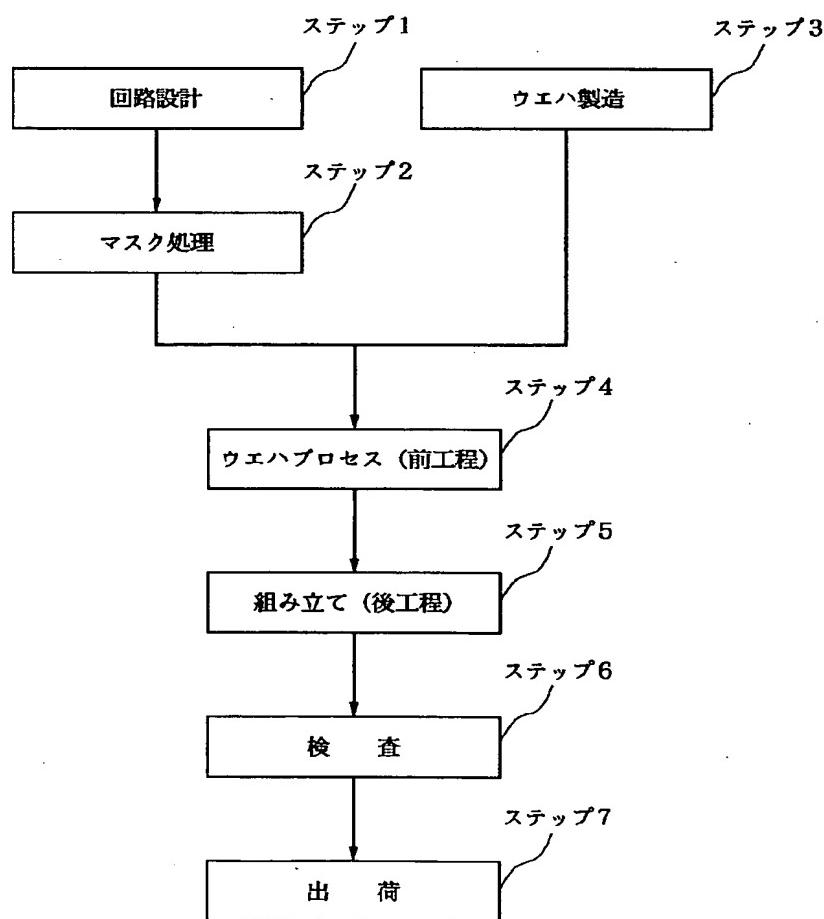
【図9】



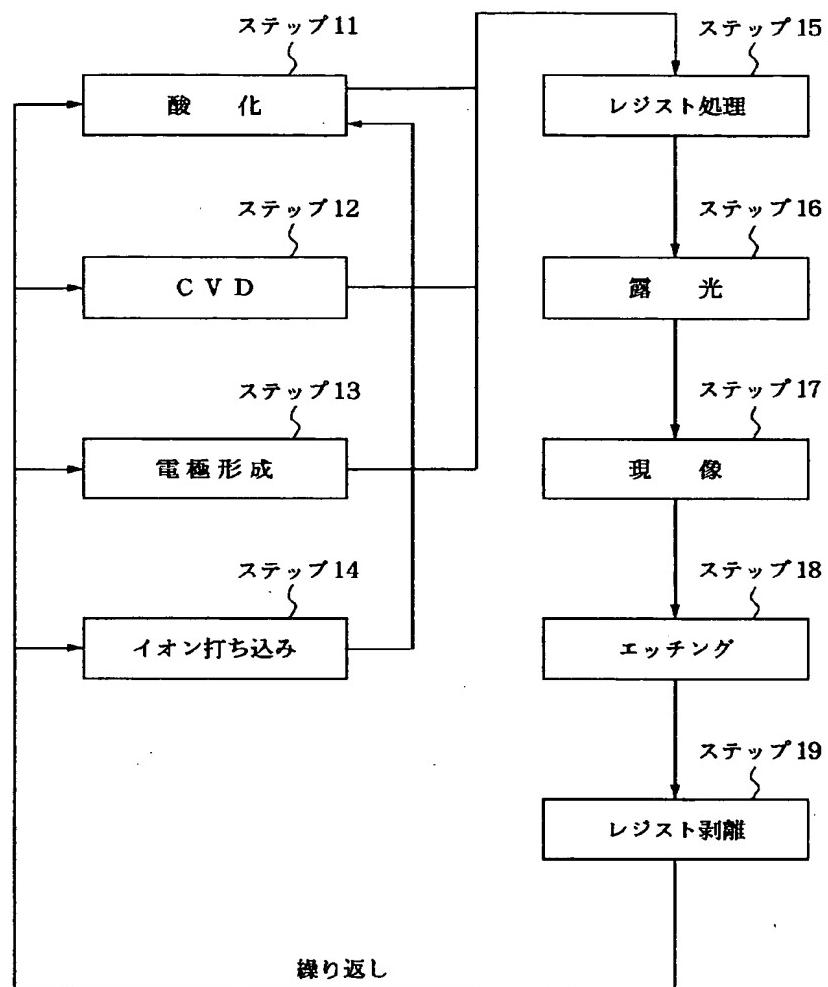
【図10】



【図11】



【図12】



ウエハプロセス